

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
INSTITUTO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Caracterización morfológica del palillo (*Curcuma longa* L.) en Selva Central

Línea: Recursos sanidad y procesos agrícolas

Sub línea: Biodiversidad, biotecnología, sanidad, producción vegetal.

Responsable: Dra. Nilda HILARIO ROMAN

Integrantes: Ing. Iván SOTOMAYOR CORDOVA
Dr. Luis Antonio HUANES TOVAR
Mg. Carlos RODRIGUEZ HERRERA
Mg. Julio IBAÑEZ OJEDA
CPC. Carlos Alberto LEON YUCRA

La Merced – Perú

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
INSTITUTO CENTRAL DE INVESTIGACIÓN**



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Caracterización morfológica del palillo (*Curcuma longa* L.) en Selva Central

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado de la jornada científica

Dra. Edith Luz ZEVALLOS ARIAS

PRESIDENTE

Mg. Juan RODRIGUEZ LAYZA

MIEMBRO

EQUIPO INVESTIGADOR

Responsable

Dra. Nilda HILARIO ROMAN

Integrantes

Ing. Iván SOTOMAYOR CORDOVA

Blgo. Luis Antonio HUANES TOVAR

Ing. Carlos RODRIGUEZ HERRERA

Mg. Julio IBAÑEZ OJEDA

CPC: Carlos Alberto LEON YUCRA

Cointegrantes (docentes y alumnos)

Ing. Karina Jessica MARMOLEJO GUTARRA

Ing. Ronald Cesar INGARUCA LOPEZ

Ing. Luis RUIZ MORENO

Alum. Luz Rally GALINDO PARIONA

Alumn. Wilder MORALES AYMA

Alum. Denisse Macleine QUINTANA PECHO

Alum. Wendy Violeta RODRIGUEZ GARCIA

Alum. Junior TACSA BULLON

Alum. Jhony CAZANI PASTRANA

Colaboradores

Ing. Joel TORRES SUAREZ

Ing. Yesica Yohana HILARIO ROMAN

RESUMEN

El palillo (*Curcuma longa* L.) es una planta herbácea perenne con raíces o tubérculos oblongo-palmeados, arrugados en el exterior, marrones por fuera y de un color naranja profundo en el interior, no existe formación de semillas y, por tanto, la planta se reproduce vegetativamente por esquejes a partir del rizoma. Los compuestos fitoquímicos presentes en su rizoma, los curcuminoides, le confieren a esta planta importantes propiedades como: colorante, medicinales y una diversidad de aplicaciones en las diferentes industrias. La información del cultivo de *Curcuma longa* L. en el tema de comportamiento agronómico, tecnología productiva y diversidad es escaso, a pesar de ser cultivadas en varios departamentos del país. Por ello, la investigación tiene como objetivo realizar la caracterización morfológica de individuos de palillo (*Curcuma longa* L.) a partir de una colección de individuos de las zonas de producción en Selva Central. Las accesiones de palillo fueron sembradas mediante el diseño de Bloque Completo Randomizado, considerando 13 tratamientos (accesiones) con 3 repeticiones en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión Filial la Merced, en la provincia de Chanchamayo, departamento de Junín. La caracterización morfológica se realizó mediante el descriptor para *Curcuma longa* L, se evaluaron 19 caracteres. En el análisis de caracterización morfológica se utilizó el programa NTSYs, versión 2.1, formándose una matriz de 13 x 19 (accesiones x características), para la construcción del dendograma de similitud de caracteres y la matriz de correlación por el método de componentes principales, siendo analizados 5 para caracteres cualitativos y 14 para caracteres cuantitativos. Formándose tres subgrupos en el dendograma de similitud agrupados por caracteres similares y una accesión única. Las características que destacaron en el primer componente principales fueron número de hojas (0.9303), longitud de hoja (0.8906), peso de rizomas secundarios > 5 cm (0.8005), peso de rizomas secundarios < 5 cm (0.8610), número de tallos por planta (0.9505), color de flor (-0.9050) y rendimiento (0.8790), en el segundo componente carácter color de brácteas (-0.8457), tercer componente ancho de la hoja (-0.7300) y color interno de los rizomas (-0.9308) y en el cuarto componente longitud de rizomas (-0.7144) y forma de rizomas (0.8609). La accesión AOSR016, presento el mejor

rendimiento de 26.59 Tm ha-1 con respecto a las demás accesiones. Estos resultados muestran la gran variabilidad existente en el cultivo, la que ayudará en el planteamiento de futuras estrategias de manejo y mejora del cultivo de palillo en el Perú.

Palabras claves: Recurso genético, variabilidad genética, accesiones.

SUMMARY

The stick (*Curcuma longa* L.) is a perennial herbaceous plant with roots or tubers oblong-webbed, wrinkled on the outside, brown on the outside and deep orange color on the inside, there is no seed formation and, therefore, the Plant is reproduced vegetatively by cuttings from the rhizomes. The phytochemicals present in its rhizome, the curcuminoids, give this plant important properties such as: coloring, medicinal and a variety of applications in different industries. The Information on the cultivation of *Curcuma longa* L. on the subject of agronomic behavior, productive technology and diversity is scarce, despite being cultivated in several departments of the country. Therefore, the research aims to perform the morphological characterization of stick individuals (*Curcuma longa* L.) from a collection of individuals from the production zones in the Central Selva. The accessions of stick were planted by means of the design of Full Block randomized, considering 13 treatments (accessions) with 3 repetitions in the National University Daniel Alcides Carrión Filial the Merced, in the province of Chanchamayo, department of Junín. The morphological characterization was carried out using the descriptor for *Curcuma longa* L., 19 characters were evaluated. In the morphological characterization analysis, the NTSYs program, version 2.1, was used, forming a 13 x 19 matrix (accessions x characteristics), for the construction of the character similarity dendrogram and the correlation matrix by the principal components method, being analyzed 5 for qualitative characteristics and 14 for quantitative characteristics. Three sub groups are formed in the similarity dendrogram grouped by similar characters and a single accession. The characteristics that stood out in the first main component were number of leaves (0.9303), leaf length (0.8906), weight of secondary rhizomes > 5 cm (0.8005), weight of secondary rhizomes <5 cm (0.8610), number of stems per plant (0.9505), flower color (-0.9050) and yield (0.8790), in the second component character color of bracts (-0.8457), third component width of the leaf (-0.7300) and internal color of the rhizomes (-0.9308) and in the fourth component length of rhizomes (-0.7144) and rhizome shape (0.8609). The accession AOSR016, presented the best performance of 26.59 Tm ha⁻¹ with respect to the other accessions. These results show the great variability existing

in the crop, which will help in the planning of future management strategies and improvement of stick culture in Peru.

Key words: Genetic resource, genetic variability, accessions.

INTRODUCCIÓN

La información del cultivo de *Cúrcuma longa* L. en el tema de comportamiento agronómico y tecnología productiva es escaso, a pesar de ser cultivadas en varios departamentos como Cusco, Ayacucho, Junín, Huánuco, San Martín y Amazonas (Suzuki y Bautista, 1996). La cúrcuma es valorada por su diversidad de aplicaciones en el sector de la industria alimentaria, farmacéutica y de cosméticos, es conocida mundialmente como especia aromática, utilizada en la gastronomía para dar un toque de color y sabor picante a los platos. Los compuestos fotoquímicos presentes en su rizoma anaranjado característico, los curcuminoides, le confieren a esta planta importantes propiedades medicinales, como actividades antiinflamatorias, hepatoprotectores, antitumorales, antivirales, actividad anticancerígena y capacidad antioxidante (Bahadur, Yeshudas y Prakash, 2016). Los proyectos agroindustriales con miras a la exportación, como es el caso de las oleorresinas de especias para las que no existen productos alternativos sintéticos, son tan importantes para el desarrollo del país (Suzuki y Bautista, 1996).

Así misma falta verificar la variabilidad disponible y el grado de divergencia genética entre los accesos de las zonas productoras en el Perú, esta información es necesario para los programas de mejoramiento genético, para aprovechar el potencial productivo. La cúrcuma (*Curcuma longa* L.) es una planta herbácea y perenne, pertenece a la familia Zingiberaceae, tiene como origen el sudeste de Asia, región indo-malaya en la India (Sigrist, 2009).

Se trata de una planta con raíces o tubérculos oblongos palmeados, arrugados en el exterior, marrones por fuera y de un color naranja profundo en el interior, presenta hojas largas, lanceoladas y pecioladas de un color verde uniforme. La cúrcuma es un triploide estéril ($2n=3x=63$) que raramente

florece, pero cuando lo hace, sus flores son de color amarillo opaco con tendencia al blanco, reunidas en brácteas de 3 a 5 flores. La inflorescencia es de color rosa, siendo más intenso en la parte terminal superior. No existe formación de semillas y, por tanto, la planta se reproduce vegetativamente por esquejes a partir del rizoma (Saiz, 2014)

La presente investigación tiene como objetivos

Objetivo general

Realizar la caracterización morfológica de individuos de palillo (*Cúrcuma longa* L.) a partir de una colección de individuos de las zonas de producción en Selva Central.

Objetivos específicos

- ✓ Analizar el descriptor morfológico para la caracterización de accesiones de palillo colectados en las zonas de producción en Selva Central.
- ✓ Identificar accesiones de *Curcuma Longa* L., con buen comportamiento agronómico a fin de ser incluidos en un programa de mejoramiento genético.

ÍNDICE

| | |
|----------------------------------|------|
| RESUMEN | iv |
| SUMMARY | vi |
| INTRODUCCIÓN | viii |
| ÍNDICE..... | x |
| I. MARCO TEÓRICO | 1 |
| II. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 17 |
| III. RESULTADOS..... | 24 |
| DISCUSIÓN..... | 34 |
| CONCLUSIONES | 37 |
| RECOMENDACIONES | 39 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 40 |
| ANEXO | 43 |

I. MARCO TEÓRICO

***Curcuma longa* L.**

1.1 Origen y distribución de la Cúrcuma

Purseglove, 1968 citado en Bahadur, Yeshudas y Prakash (2016) menciona que, la cúrcuma (*Curcuma longa* L.) es una planta herbácea y perenne, pertenece a la familia Zingiberaceae, tiene como origen el sudeste de Asia, región indo-malaya. El género se distribuye ampliamente en los trópicos desde Asia, África y Australia.

La India es el centro de origen de la cúrcuma, se sustenta debido a que la mayor diversidad ocurre en el noreste de la India y gran parte de los parientes silvestres y plantas invasoras de *C. longa* se encuentran en la región Suroeste. (Ravindran *et al.*, 2007 citado en Sigrist, 2009). Por su parte, Sasikumar (2007), refiere que la cúrcuma común, es el miembro más económicamente valioso del género con más de 150,000 hectáreas cultivadas en la India.

El género presenta aproximadamente 1400 especies descritas, siendo reconocido seis variedades taxonómicas de *C. longa* basadas en taxonomía numérica: *C. longa var. typica*, *C. longa var. atypica*, *C. longa var. camphora*, *C. longa var. spiralifolia*, *C. longa var. musacifolia* y *C. longa var. platifolia*. La mayoría de las variedades de *C. longa* encontradas en la India y utilizadas agronómicamente pertenecen a *C. longa var. typica* o *atypica* (Sasikumar, 2005 citado en Sigrist, 2009).

1.2 Clasificación taxonómica

La cúrcuma, *Curcuma longa* L., según el Sistema de Clasificación APG III del año 2009 (Figura 1), es una planta Monocotiledónea del Orden Zingiberales de la Familia Zingiberaceae. Se la incluye dentro del grupo de las Comelínidas, caracterizado por paredes celulares fluorescentes bajo luz

ultravioleta por la presencia de ácido ferúlico, cumárico y salícico en las hojas (www.ipni.org).

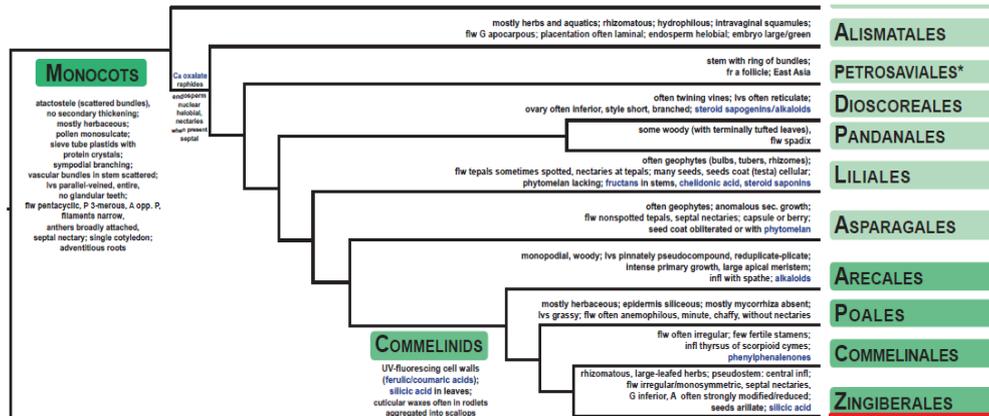


Figura 1. Sección del árbol filogenético de las Angiospermas según el Sistema de Clasificación APG III del 2009.

Fuente: Saiz (2014).

Según García, *et al.* (2001), los nombres comunes de la *Curcuma longa* L. es: Yuquilla, Camotillo (Costa Rica); Cúrcuma (Colombia), Batatilla, camotillo (El Salvador); Zibru (Panamá), Curcuma (en el resto de América Latina). Las formas de nombrar la cúrcuma según diferentes idiomas: Castellano: Cúrcuma, inglés: Turmeric, Alemán: Gelbwurz, Italiano: curcuma.

1.3 Descripción botánica

Curcuma longa L., es una planta herbácea perenne con raíces o tubérculos oblongo-palmeados, arrugados en el exterior, marrones por fuera y de un color naranja profundo en el interior. Presenta hojas largas, lanceoladas y pecioladas de un color verde uniforme (NTBG, 2017). La planta alcanza en promedio de 120 a 150 centímetros de altura en condiciones favorable. *Curcuma longa* L., en su comportamiento las condiciones edafoclimáticas influye (Cecílio-Filho et al., citado en Sigrist, 2009). La cúrcuma es un triploide estéril, con número básico de cromosomas ($2n=3x=63$) que

raramente florece, pero cuando lo hace, sus flores son de color amarillo opaco con tendencia al blanco, reunidas en brácteas de 3 a 5 flores. La inflorescencia es de color rosa, siendo más intenso en la parte terminal superior. No existe formación de semillas y, por tanto, la planta se reproduce vegetativamente por esquejes a partir del rizoma (<https://eol.org>). A pesar de producir inflorescencia y de ser que se describe como alógama, la producción de semilla difícilmente ocurre debido a la incompatibilidad y la esterilidad del polen (Sasikumar et al., 1999)

De acuerdo con Ravindran, *et al.* (2007), la triploidía puede haber evolucionado a través de una hibridación interespecífica entre plantas tetraplóides de *C. aromatica* y un ancestral diploide de *C. longa* ($2n = 42$). Por otra parte, la formación del individuo triploide pudo haberse originado por mutación natural.

En ambos casos, el tipo de reproducción es asexual y el tamaño de los cromosomas reducidos puede haber favorecido la perpetuación de la triploidía. El individuo triploide es deficiente en la segregación meiótica, disminuyendo la probabilidad de formación de gametos viables y limitando el mejoramiento genético convencional por hibridación. (Valois, *et. al*, 2001).



Figura 2. Morfología de la planta *Curcuma longa* L

1.4 Rizoma

El rizoma es un tallo subterráneo, morfológicamente es un eje muy condensado que desarrolla un plexo vascular en la base (Kumar, 1974 citado en Skornicková, 2007). Puede ser simple o ramificado, un rizoma simple es ovoide, su tamaño total varía con la edad de la planta. Un rizoma ramificado consiste en rizoma ovoide (el eje principal) y primario, ramas axilares secundarias o terciarias (dedos) (Shah y Raju, 1975 citado en Skornicková, 2007). El rizoma principal es conocido como rizoma principal, rizoma madre, rizoma primario o cormo, o incorrectamente como un "tubérculo" o "bulbo" primario, todos capaces de iniciar bien nuevos brotes lejos del rizoma madre. El tamaño, la forma y la arquitectura son caracteres específicos (Figura 3), (Skornicková, 2007)

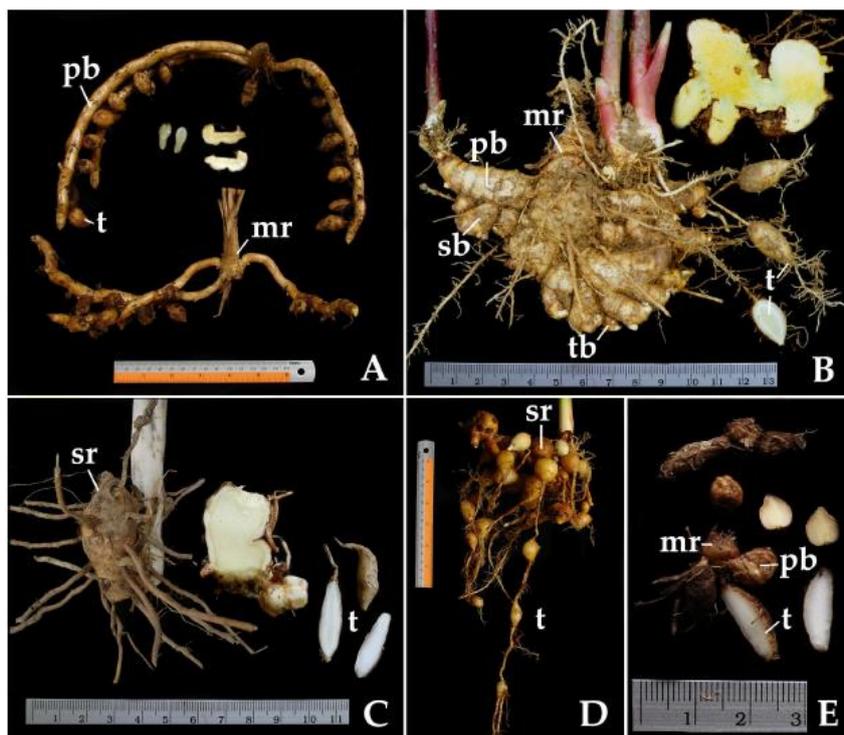


Figura 3. Rizoma de cúrcuma. A: *C. rubrobracteata* - rizoma ramificado con ramas rastreras y tubérculos de raíz sésiles. B: *C. amarissima* aff. - Rizoma ramificado con ramas cortas, robustas y raíz, tubérculos distanciados de ramas. C: *C. angustifolia* - rizoma ovoide simple; tubérculos de la raíz distanciados del rizoma D: *Curcuma* sp. - rizoma ovoide simple, tubérculos radiculares dispuestos en serie en una raíz. E: *C. bhatii* - rizoma ramificado con tubérculos de raíz sésil.

Legenda: **mr** - rizoma principal, **sr** - rizoma simple, **pb** - rama primaria, **sb** - rama secundaria, **tb** - rama terciaria, **t** - tubérculo. Fuente: Skornicková, J. (2007)

Al respecto, Hertwig (1986), refiere que la planta posee un rizoma principal denominado usualmente de "Cabeza" o "pión" el cual es periférico, redondeado u ovoide. Alrededor de éstos, se observan ramificaciones secundarias denominadas de dedos, siendo estas largas, también tuberizadas. Estos rizomas se desarrollan agrupados en el suelo, debajo del cuello de la planta, organizados en una estructura denominada 'mano'

(Maia, 1991 citado en Sigrist, M. 2009), pudiendo presentar aún estructuras de reserva o bulbos, (Figura 4).



Figura 4. Partes del rizoma de Curcuma (*Curcuma longa* L.) que forman la estructura 'mano'.

Fuente: Sigrist, M. (2009)

1.5 Uso de la especie y composición

La cúrcuma es utilizada en gastronomía, industria alimentaria, en medicina, cosmética natural y ritos espirituales. La cúrcuma contiene un principio activo llamado curcumina, la curcumina se puede obtener en polvo cristalizado o líquido soluble en agua (Philco, 2017)

Los curcuminoídeos, compuestos antioxidantes principales de la cúrcuma, posee actividades antiinflamatorias, hepatoprotectoras, antitumorales, antivirales (Ravindran et al. 2007) y actividad anticancerígena (Polasa et al. 1991 citado en Bahadur, 2015). Es útil, además, para tratar a pacientes con enfermedad de Alzheimer, hipertensión arterial, epilepsia, hepatitis, asma bronquial, fibrosis quística, cálculo renal, catarata, lepra y esclerodermia; reduce edemas, hematomas (Velasco y Navarro, 2013 citado en Philco, 2017).

Composición

Las propiedades medicinales de la cúrcuma se atribuyen a la bioactividad de los componentes producidos en las rutas del metabolismo secundario: compuestos fenólicos y aceites volátiles.

Los polifenoles, son del grupo de los curcuminoides, derivados diarilmetálicos responsables del color amarillo-anaranjado de la cúrcuma. Los curcuminoides comprenden el 2-9% de la planta, siendo los mayoritarios y más usados comercialmente el diferuloilmetano (curcumina I) con una proporción en la planta del 77%, demetoxicurcumina (curcumina II) en proporción de 17%, bisdemetoxicurcumina (curcumina III) en un 3%, y la recientemente descubierta ciclocurcumina (Taylor y Leonard, 2011). El curcuminoide más importante es la curcumina (Saiz, 2014)

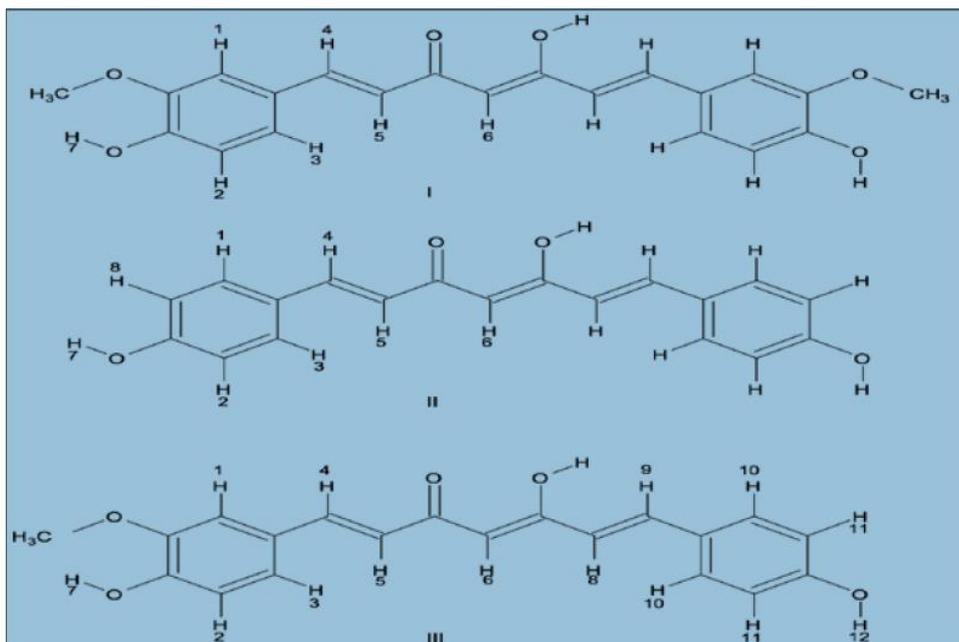


Figura 5. Estructura química del complejo curcuminóide. I: Curcumina; II: Bisdemetoxicúrcumina; III: Demetoxicúrcumina (Scotter, 2009 nombrado por Vargas, 2011)

El rizoma de la cúrcuma presenta también aceites volátiles en un máximo de 5%. Son estos compuestos terpenoides los que le dan el aroma característico a este rizoma. Presenta una amplia variedad de sesquiterpenos cetónicos característicos de la especie (Fig. 6), como son la ar-turmerona (máximo de 25%), los isómeros α -turmerona (atlantona) y β -turmerona (curlona) (máximo de 30%) y zingibereno (máximo de 25%) (RÍOS et al., 2008). También contiene cariofileno, α -curcumeno, bisaboleno y β -sesquifelandrenendreno (Ríos et al. 2009; www.food-info.net; Montañó y Montes, 2004; Jurenka, 2009). Estos sesquiterpenoides son unas potentes moléculas antioxidantes, detrás de los curcuminoides (ZHAO et al., 2010 nombrado por Saiz, 2014)).

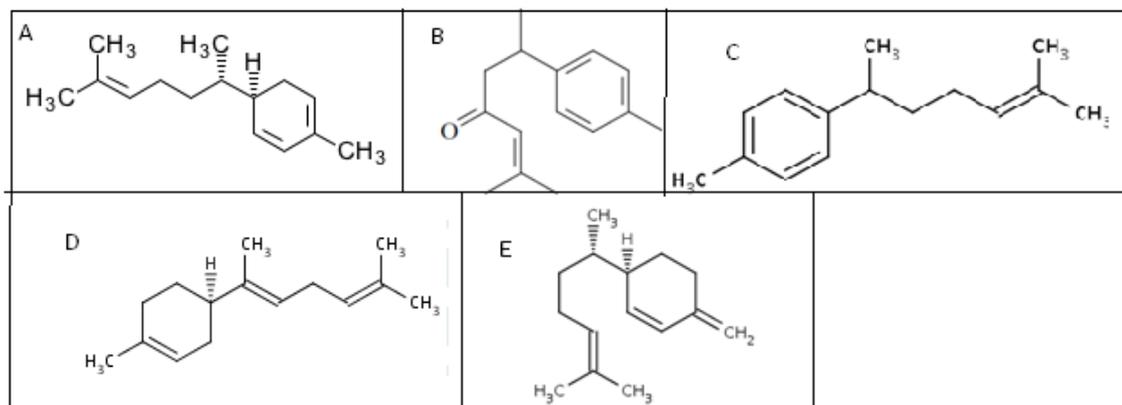


Figura 6. Estructura química de zingibereno (A), ar-turmerona (B), α -curcumeno (C), α -bisaboleno (D) y β -sesquifelandrenendreno (E) (Fuente: www.chEBI.com, www.genome.jp).

1.6 Características del cultivo

✓ Factores ambientales

La cúrcuma necesita temperaturas entre 20 a 30 °C y una considerable pluviosidad para prosperar, entre 800 a 3000 mm/año, sobre todo para los siete a diez meses de cultivo. Necesita altos niveles de luz para crecer, por lo que se encuentra en campos abiertos. Crece mejor en suelos francos, fértiles y bien drenados con pH ligeramente ácido (5 a 6)

(Montaño y Montes, 2004 citado en Saiz, P. 2014). Se requiere de clima tropical o subtropical, con temperatura elevada, agua abundante (1550-500 mm/año). El suelo debe ser permeable, arenoso, suelto, cenagoso, de preferencia a la orilla de ríos. La planta es sensible al empantanamiento y alcalinidad (IIAP, 1997).

La India es el primer país productor de cúrcuma, produce aproximadamente el 90 % de cúrcuma del mundo (Saiz, 2014), la cúrcuma es una planta perenne, las características edafoclimáticas hacen que el ciclo de la planta varía de 180 a 270 días, bajo condiciones de Brasil la siembra se realiza en el mes de noviembre y la cosecha en el mes de julio, después de la senescencia de la parte aérea. (Sigrist, 2009)

✓ **Densidades de siembra**

El distanciamiento es un aspecto importante en el cultivo de la Cúrcuma, plantaciones con alta densidades de siembra demanda mayor área de cultivo, no permite el crecimiento adecuado de los rizomas. Resultados obtenidos demostraron una mayor productividad cuando se utilizó un distanciamiento entre plantas de 20 cm. Por otro lado, (Cecilio-Filho *et al.*, 2000 citado en Sigrist, 2009). Obtuvieron mayor producción con un distanciamiento de 30 cm entre plantas y 80 cm entre líneas.

La siembra en Guatemala es en camas planas o surco a distancias de 25x25 o 45x60 cm, la cosecha se realiza de 7 a 10 meses, dependiendo de la variedad, el indicativo de madurez fisiológica es cuando las hojas se tornan amarillas, se seleccionan los rizomas tiernos, se lavan y secan para su almacenamiento (García *et al.* 2001).

Antes de la siembra definitiva, es preferible pregerminar los rizomas, lo que ocurre en el lapso de 15 a 30 días. Para sembrar una hectárea se requiere un promedio de 300 kg de rizomas. Se recomienda sembrara una profundidad de 5 cm (IIAP, 1997).

✓ **Fertilización**

Aplicar a los 2 meses de la siembra la siguiente fórmula de fertilización: 66 kg de superfosfato triple de calcio, 66 kg de cloruro de potasio y 66 kg de úrea por hectárea. A los 4 meses de la siembra se recomienda aplicar 200 kg de úrea/ha y mensualmente aplicar abono orgánico (IIAP, 1997).

✓ **Propagación vegetativa**

Los rizomas es el medio de propagación asexual en el cultivo de Curcuma, la reproducción se realiza a partir de yemas o dedos que surgen del propio rizoma en la última fase de desarrollo fisiológico, los rizomas tienen un peso de 20 a 50 g. (Saiz, 2014).

Los rizomas de mayor peso presentan mayor vigor y productividad, existiendo mayor diferencia en relación al tipo de rizoma plantada, con plantas desarrolladas a partir del rizoma central ('cabezas') son más productivas en relación a las originadas a partir de rizomas secundarios ('dedos'). Este hecho se debe probablemente a las diferencias tanto de orden morfológico como fisiológico (Cecilio-Filho *et al.*, 2000 citado en Sigrist, 2009).

✓ **Rendimiento**

El peso por planta puede ser de 0.5 kg, equivalente a 20 Tm ha⁻¹ de cúrcuma fresca o 6 Tm ha⁻¹ de cúrcuma seca, según (Montaño y Montes, 2004 citado en Saiz, P. 2014). La productividad de 12 a 25 Tm ha⁻¹ a través del empleo de fertilizantes y riegos controlados, según (CECILIO FILHO *et al.*, 2000 nombrado por Sigrist, 2009).

El rendimiento en el Perú es de 15 Tm ha⁻¹ en peso fresco y de 3 a 3,75 Tm ha⁻¹ en peso seco, la cosecha se inicia a los 7 meses de la siembra, cuando empiezan a amarillar las hojas, pudiendo prolongarse hasta los 9 meses (IIAP, 1997).

✓ Enfermedades y plagas

Las principales enfermedades que sufre la *Cúrcuma longa* L. son: *Colletrotrichum capsici*, *Pythium spp.*, *Taphrina maculans*. Las principales plagas son: *Aspidiotus Hartii*, *Calobata sp.*, Y *Udaspes felús* (García et al. 2001).

1.7 Recursos genéticos

El convenio sobre Diversidad Biológica de 1992, define a los recursos genéticos, como poblaciones o cualquier otro tipo de componente biótico de los ecosistemas de valor o utilidad real o potencial para la humanidad. Y según el tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura del 2006, se entiende por “recursos fitogenéticos” a cualquier material genético de origen vegetal de valor real o potencial para la alimentación y la agricultura, incluido el material reproductivo y de propagación vegetativa, que contiene unidades funcionales de la herencia (Pacheco, 2015)

Los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura son la materia prima para mejorar la productividad y calidad de los cultivos, la ganadería, la silvicultura y la pesca, así como para mantener poblaciones saludables de especies silvestres. Por tanto, la conservación y el uso sostenible de los recursos genéticos para la alimentación y satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. La conservación y el uso de una amplia gama de la diversidad - tanto entre especies y dentro de las especies - significa asegurar opciones para responder a los retos del futuro (Pacheco, 2015)

1.7.1 Banco de germoplasma

La India como centro de origen de la cúrcuma cuenta con más de 20 variedades mejoradas que se originaron de la *C. longa*. En la especie de *C. amada*, evoluciono a través de una selección del germoplasma clonal, por mutación natural o selección de la progenie por un mejoramiento genético convencional (polinización libre). El germoplasma de cúrcuma es caracterizado morfológicamente en la india, siendo necesario realizar una caracterización molecular con el fin de identificar alelos dentro del germoplasma para identificar si se cuentan con accesiones duplicadas, diferentes y únicas. Su caracterización molecular se encuentra en una etapa incipiente a excepción de algunos estudios de filogenia genética de plantas micropropagadas y la caracterización basada en isoenzimas. El género también ha sido examinado desde el perfil bioquímico y el ángulo de caracterización anatómica (Sasikumar, 2007).

1.7.2 Colecta de germoplasma

Se denomina colectas al proceso de obtención de muestras de semillas representativas de poblaciones vegetales silvestres o variedades de especies cultivadas. Las muestras deben ser de semillas, que tengan la facultad de germinar y desarrollar plantas parecidas a las plantas madre si se siembran en ambientes similares. Las colecciones de germoplasma se realizan con la finalidad de: conservar la diversidad de la especie, obtener germoplasma para usarlo en mejoramiento genético o en la búsqueda de nuevas formas no disponibles en los bancos de germoplasma (Sevilla y Holle, 2004 nombrado por Pacheco, 2015).

1.7.3 Accesiones o entrada

Es la unidad de conservación, es una muestra de semillas, o de cualquier órgano reproductivo, que se identifica con un número o código que lo distingue del resto del germoplasma, y que entra o se

“accesa” a un banco de germoplasma (Sevilla y Holle, 2004 nombrado por Pacheco, 2015).

1.7.4 Morfotipos

En las plantas agámicas o de reproducción vegetativa, se usa el término morfotipo para diferenciar poblaciones de individuos. Un morfotipo está definido por una serie de características principalmente morfológicas, es decir son plantas que muestran el mismo fenotipo, pero no necesariamente tienen la misma constitución genética (Sevilla y Holle, 2004 nombrado por Pacheco, 2015).

1.8 Caracterización morfológica

La caracterización morfológica no requiere tecnología cara, pero grandes extensiones de tierra a menudo se requieren para estos experimentos, por lo que podría resultar más costoso que la evaluación molecular. Estos rasgos son a menudo susceptibles a la plasticidad fenotípica; a la inversa, esto permite la evaluación de la diversidad en la presencia de la variación ambiental (Mondini *et al.*, 2009 nombrado por Pacheco, 2015).

1.8.1 Caracterización del germoplasma

Es un proceso que se inicia con la colecta o introducción, y debe finalizar con la publicación y la difusión de la información junto con la semilla, para que pueda ser utilizada por los usuarios. El objetivo principal de esta es describir y dar a conocer el valor del germoplasma (Sevilla y Holle, 2004 nombrado por Pacheco, 2015).

1.8.2 Descriptores

Describen o califican las características cualitativas y cuantitativas de las accesiones con un valor numérico, con una escala, un código

o un adjetivo calificativo. A cada una de las variables de un descriptor se le denomina "estado". Los criterios considerados para definir los descriptores son: heredabilidad, valor taxonómico, valor agronómico y facilidad de registro. La elaboración de listas de descriptores es un proceso dinámico y abierto, sin embargo, la uniformización de los descriptores es un requisito universal para que la caracterización tenga valor universal, y la unidad de medida deben ser convenidos por los científicos dedicados a la caracterización de una especie en particular (Sevilla y Holle, 2004 nombrado por Pacheco).

En la mayoría de las plantas cultivadas las características morfológicas más importantes para la descripción son aquellos que son menos influenciados por el ambiente. Entre estas características las más importantes son los caracteres cualitativos de flor y fruto, le siguen en importancia otras partes de la planta como las hojas, raíces y los tejidos que muchas veces son difíciles de caracterizar (Blas, 1999 nombrado por Pacheco 2015).

1.9 Divergencia genética

1.9.1 Análisis de agrupamiento

El análisis de agrupamiento comprende técnicas que, siguiendo reglas más o menos arbitrarias, forman grupos de OTU que se asocian por su grado de similitud. Las más utilizadas son las exclusivas, jerárquicas, aglomerativas y secuenciales.

Entre las técnicas jerárquicas una de las más sencillas, es la técnica del "grupo par" ("pair group") en la cual solo puede ser admitido una OTU o un grupo de OTUs por nivel. Esto significa que los grupos formados en cualquier etapa de los agrupamientos contienen solo dos miembros. En la incorporación de nuevas OTUs o núcleos (conjunto formado por dos OTUs) o grupos (formado por conjuntos

con más de 2 OTUs) existentes, se puede seguir por tres caminos diferentes denominados: ligamiento simple, ligamiento completo y ligamiento promedio.

El método de incorporación de OTU más usado es el de ligamiento promedio, en donde se considera que el valor de similitud entre la OTU candidato a incorporarse y el grupo o núcleo es igual a una similitud promedio resultante de los valores de similitud entre el candidato y cada uno de los integrantes del grupo o núcleo. La técnica más utilizada de entre los diferentes tipos de promedios que hay es la media aritmética no ponderada UPGMA ("Unweighted Pair Group Method Using Arithmetic Average") Crisci y López (1983).

El método UPGMA (Unweighted Pair Group Method Using Arithmetic Average) o grupo de ligamiento promedio, también conocido como el método de agrupamiento de pares no ponderado usando el enfoque del promedio, siendo así un intermedio entre el ligamiento simple y el ligamiento completo, es un método relativamente robusto. Usualmente emplea matrices de similaridad o distancia, donde la distancia entre dos agrupamientos es el promedio de la distancia entre todos los pares de individuos que se componen de un individuo de cada grupo (Everitt, *et al.*, 2011).

1.9.2 Análisis de componentes principales

La matriz "Y" o matriz de datos transformados es la matriz de los componentes principales en la cual, cada vector representa un componente y sus valores que responden a una ponderación de las variables originales, están ordenadas de tal manera que el primer componente contiene el mayor porcentaje de información para explicar la variabilidad de los datos, y así sucesivamente (Quevedo, 1993). El método de componentes principales es usado para hallar las combinaciones lineales con alta variancia. En muchos estudios

explorativos el número de variables bajo consideración es demasiado grande para su manejo. A partir de estas desviaciones, una forma de reducir el número de variables a ser probado, es por descarte de las combinaciones lineales que tienen variancias pequeñas y estudiar solamente variables con variancias grandes (Anderson, 1984). El cálculo de los componentes principales no requiere el cumplimiento de supuestos, sus valores son únicos y se ordenan de acuerdo a su importancia o capacidad explicatorio; aun cuando la interpretación de su significado resulta relativamente difícil en la medida en la cual requiere de un conocimiento técnico del problema, así como de la comprensión del significado que las diversas magnitudes de los valores obtenidos, en el contexto de las combinaciones de variables que resultan (Quevedo, 1993). Los principales problemas en el proceso de clasificación son las unidades de medida las variables, las cuales pueden afectar fuertemente a las medidas de distancias. Esta dificultad puede ser solucionada llevando a cabo alguna forma de estandarización. Todos los caracteres contribuyen a todos los componentes, pero en proporción diferente. El cuadrado de la contribución de un carácter para un componente, representa la variancia de ese carácter para el componente. Las simetrías de las variancias de todos los caracteres para un determinado componente principal, el que le sigue al segundo componente y así sucesivamente (Sevilla & Hollé, 2004).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación

La caracterización morfológica del presente trabajo de investigación se realizó en las localidades de la provincia de: Satipo, Chanchamayo y Oxapampa de los departamentos de Junín y Pasco, como se detalla en la (tabla 1).

Las accesiones de palillo colectadas en Selva Central fueron sembrada mediante el diseño de Bloque Completo Randomizado, considerando 13 tratamientos con 3 repeticiones en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión Filial la Merced, en la provincia de Chanchamayo, departamento de Junín. La investigación se desarrolló en las siguientes condiciones: Ubicado a una latitud de -11.074974 UTM y longitud -75.335991 UTM, a una temperatura media anual de 23 °C, con precipitación total de 1000 mm, una altitud media de 735.44 msnm y un clima tropical.

Tabla 1. Zonas productoras de *Curcuma longa* L. en Selva Central

| Zonas productoras | Altitud | Latitud | Longitud |
|--------------------------|----------------|----------------|-----------------|
| Provincia de Satipo | | | |
| San Martín de Pangoa | 676 msnm | 11°25'48.35" | 74°30'8.83" |
| Provincia de Oxapampa | | | |
| Villa Rica | 1467 msnm | 10°43'55.35" | 75°17'23.2" |
| Provincia de Chanchamayo | | | |
| Pichanaqui | 510 msnm | 10°55'24.77" | 74°53'44.01" |
| Perené | 621 msnm | 10°47'08" | 75°13'28" |
| La Merced | 750 msnm | 11°3'43" | 75°20'6" |
| San Ramón | 820 msnm | 11°07'26" | 75°21'35" |

2.2 Material vegetal

El material vegetal de *cúrcuma longa* L. consta 12 accesiones del departamento de Junín y 01 del departamento de Pasco (figura 7), y en la tabla 2 se lista los accesos evaluados. La ficha de datos pasaporte de las accesiones utilizadas se observa en el Anexo 1.

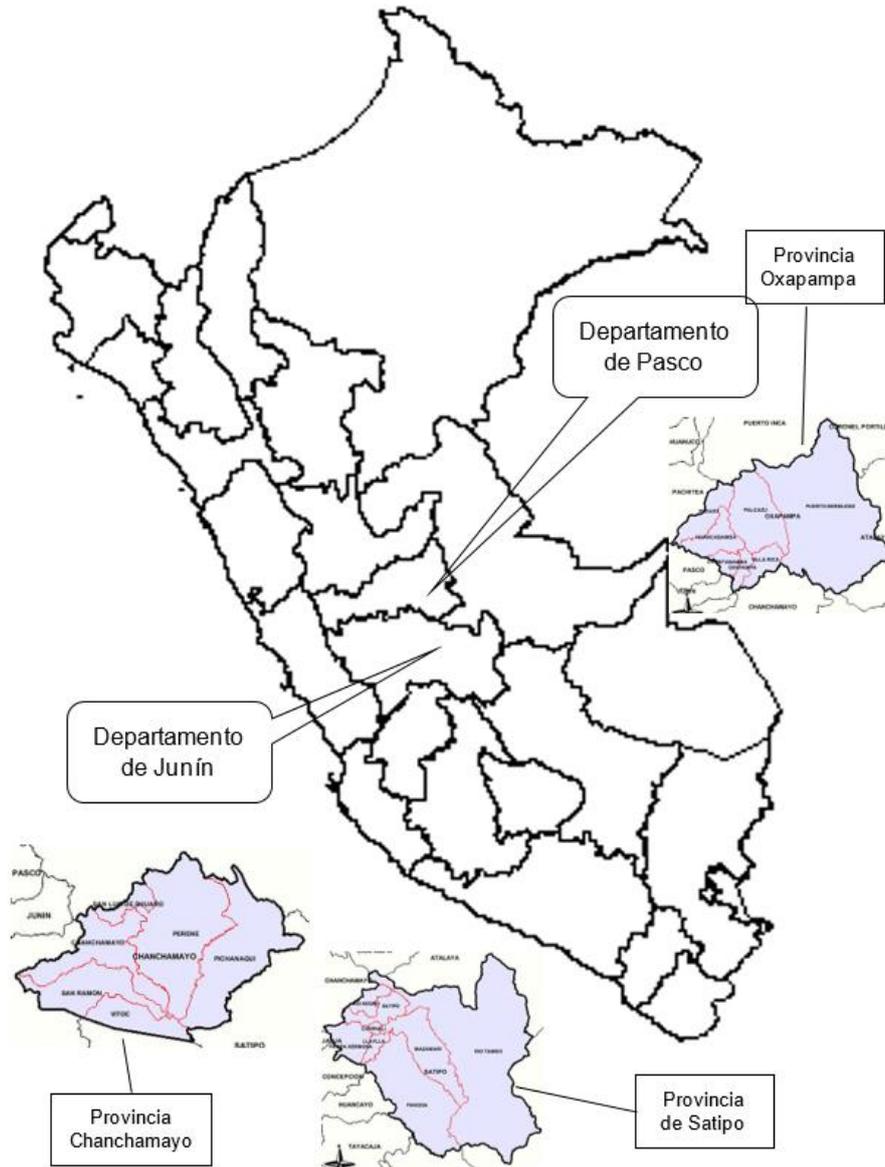


Figura 7. Procedencia de las accesiones de *cúrcuma longa* L. de los departamentos de Junín y Pasco.

Tabla 2. Lista de los accesos evaluados en el presente estudio

| Nº | CODIGO | Origen | Agricultor |
|----|---------|---------------------------------|----------------------------|
| 1 | RSP001 | San Martin de Pangoa | Roberto Rabelo Perez |
| 2 | VSP002 | San Martin de Pangoa | Jotson Veliz Camargo |
| 3 | ADB004 | La Merced Billavista | Damas Garcia Alvarado |
| 4 | SIVR019 | Villa Rica Alto Eneñas | Inga Aucopiña Soledad |
| 5 | CBO005 | La Merced San Carlos Pampa Cruz | Bendezi Oregon Critina |
| 6 | RMM006 | Perene Centro poblado Margarita | Rodriguez Marmolejo Marlon |
| 7 | RRK007 | Perene Bajo Gran Playa | Katy Ramirez Rosales |
| 8 | SIVR019 | Villa Rica | Soledad Inga Aucapiña |
| 9 | SCP0017 | Pichanaki Puerto Libre | Vidal Hinojosa Mayunga |
| 10 | PCK0025 | Pichanaki San Cristobal | Catalina Román Contreras |
| 11 | SLSM026 | San Luis de Shuaro | Ladera Munguia Luis |
| 12 | AOSR016 | San Ramón Unión Asociado | Briyit Inga Lobo |
| 13 | SR015 | San Ramón Alto Huacara | Medina Vitor Katia |

2.3 Método

A. Siembra de las accesiones

Se realizó la limpieza, preparación del suelo, delimitación del campo experimental e instalación del cultivo en el mes de mayo, los resultados del análisis de suelos fue lo siguiente:

- Clase textural : Franco arenoso.
- pH del suelo : 5.40 acido.
- Materia Orgánica : 2.73% considerado como nivel medio.
- Fósforo disponible : 10.13 ppm medio.
- Potasio disponible : 194 ppm medio.

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos agrícolas-PEPP

Las características de la parcela experimental fueron de:

- Número de surcos por parcela : 2
- Longitud de surcos : 8 m
- Distancia de surcos : 0.60 m
- Distancia entre plantas : 0.30 m
- Área experimental : 124.8 m²
- Área total : 225 m²

Se incorporó al terreno estiércol de granja, 60 Kg por toda el área experimental en el momento de la preparación del suelo, la fertilización y los riegos se realizaron de acuerdo a las necesidades del cultivo. Antes de la siembra se procedió a la selección de los rizomas de acuerdo al tamaño, asimismo se desinfecto con Benlate (15 g en 5 L de agua) y se utilizó el enraizaste Root Hor (6.25 ml en 5 L de agua). Los rizomas se instalaron en camas de almacigo para acelerar la formación de brotes, posteriormente se plantaron en el campo experimental a una profundidad de 3 a 5 cm, rizomas secundarios, como se muestra en las siguientes figuras.



Figura 8. Instalación de los rizomas de palillo en la cama de almacigo.



Figura 9. Experimento después de 240 días de plantado.

B. Descriptor para la caracterización de *Curcuma longa* L.

El descriptor utilizado en la caracterización morfológica de los caracteres cualitativos de los accesos de la presente investigación fue mediante la tabla 3.

Tabla 3. Lista del descriptor para *cúrcuma longa* L.

| | DESCRIPTOR | ESTADO |
|-----------------|---------------------------|-------------------------|
| HOJAS | Color de la cara dorsal | (1) Verde |
| | | (2) Verde oscuro |
| FLOR | Coloración De los pétalos | (1) Blanco con amarillo |
| | | (2) Rosado |
| | | (3) Purpura |
| BRÁCTEAS | Coloración | (1) Blanco con verde |
| | | (2) Color |
| RIZOMAS | Forma | (1) Recto |
| | | (2) Curvo |
| | Color Interno del rizoma | (1) Naranja |
| | | (2) Citrino |
| | | (3) Amarillo rojizo |

Fuente: Descriptor de Sigrist, 2009. Adaptado para la investigación

C. Caracterización en campo

Se caracterizaron plantas de palillo utilizando 5 caracteres morfológicos cualitativos y 14 caracteres cuantitativos. Entre las características agronómicas más citadas para estudios de diversidad genética se encuentra:

- a. Descriptores de pre cosecha
 - Altura de planta cm
 - Numero de hojas planta
 - Numero de macollos planta
 - Ancho de la hoja foliar
- b. Descriptores de pos cosecha
 - Peso de los rizomas por planta (kg)
 - Peso de los rizomas secundarios > 5 cm (g)
 - Peso de los rizomas secundario < 5 cm (g)
 - Diámetro del rizoma secundario > 5 cm
 - Diámetro del rizoma secundario < 5 cm
 - Longitud del rizoma secundario > 5 cm
 - Longitud del rizoma secundario < 5 cm

- Numero de rizomas secundarios > 5 cm
- Numero de rizomas secundario < 5 cm
- Rendimiento del rizoma tm h^{-1}

En el estudio se evaluó el comportamiento agronómico de las accesiones colectadas, se evaluaron 19 caracteres, los datos se registraron de tres plantas seleccionadas al azar de cada tratamiento en cada repetición, a los 240 días de plantado. Los datos medios se utilizaron para el análisis estadístico, y la cosecha se realizó en el mes de diciembre.

D. Análisis de datos

En el análisis de los datos obtenidos producto de la caracterización morfológica se formó los dendograma de similitud, para lo cual se utilizó en programa NTSYS (Numerical Taxonomy System of Multivariate Statistical Programs). Versión 2.1.

Se aplicó la estandarización de datos, para la construcción de una matriz de similitud, respecto a cada par posible de colecciones o unidades taxonómicas operativas (OTUs) de la matriz básica (se aplicó el coeficiente de distancia, Average taxinomic Distance- Distancia Euclidiana Promedio). Formación de grupos: a) agrupamiento en campo: Las comparaciones morfológicas en campo se realizaron considerando 19 caracteres, llegando a construir una matriz de 13 x 19 (accesiones x características) para la construcción del dendograma de similitud, b) análisis de agrupamiento, se obtuvo dendograma a través de la técnica de ligamiento promedio aritmético “no ponderado” UPGMA usando el programa SAHN-Clusteing, c) Componentes principales se construyó una matriz de 13 x 19 (accesiones x características).

III. RESULTADOS

3.1 Características morfológicas cualitativa del palillo (*Cúrcuma longa* L.)

Dentro de las accesiones de palillo se encontró las siguientes variaciones morfológicas cualitativas:

A. Color de la hoja



a. Verde oscuro 6/2/7.5GY con Pigmentación central purpura (2) Verde claro 6/8/7.5 GY

Figura 10. Imagen del estado del descriptor color de hoja

En la figura 10 se observa el estado del descriptor para el carácter color de hoja que el 0.52% presenta el color verde oscuro con pigmentación purpura y el 99.48% de las accesiones el color de hoja verde claro.

B. Color de brácteas y flor



(1) Blanco con verde 7/6/7.5 GY (2) Blanco con amarillo
8/10/2.5 GY

Figura 11. Imagen del estado del descriptor color de brácteas y flor.

En la figura 11 se observa que, el descriptor color de brácteas y flor presenta los estados del descriptor (1) 100% de las accesiones son de color blanco con verde según escala de coloración de Mussel 7/6/7.5GY (2) 100% de las accesiones presentan de la flor blanco con amarillo.

C. Color interno de los rizomas



(1) Naranja oscuro 6/10/7.5YR (2) Naranja 7/10/7.5YR (3) Crema

Figura 12. Imagen del estado del descriptor color interno de los rizomas

En la figura 12 se observa que, el descriptor color intenso de los rizomas presenta los estados del descriptor (1) 22% de las accesiones son de color naranja oscuro, (2) 71% de las accesiones son de color naranja y (3) 7% de las accesiones de color crema.

D. Forma de los rizomas



(1) Recto



(2) Curvo

Figura 13. Imagen del estado del descriptor color forma de los rizomas

En la figura 13 se observa que, el descriptor forma de los rizomas presenta los estados del descriptor (2) 100% de las accesiones son los rizomas de forma curva.

3.2 Análisis de agrupamiento por similitud de características cualitativa y cuantitativos del palillo (*Curcuma longa* L.)

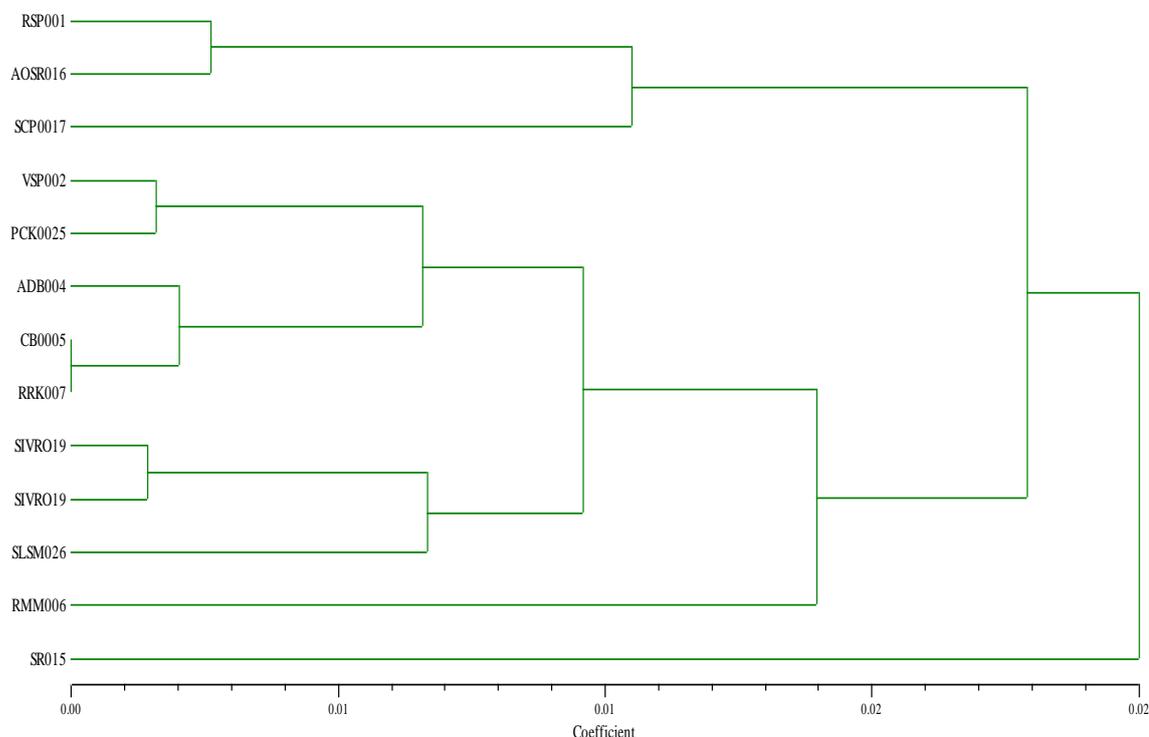


Figura 14. Dendrograma que agrupa a 13 accesiones de palillo de Selva Central de acuerdo a los 19 caracteres (14 caracteres cuantitativos y 5 caracteres cualitativos).

En el dendrograma de la figura 14, se identificó accesiones con una distancia del coeficiente de similitud de 0.02. Las características cuantitativas presentaron una diferencia significativa en relación con los caracteres estudiados, siendo posible identificar un grupo principal con una accesión única. Los caracteres de mayor relevancia para el agrupamiento conforman dos sub grupos, el primer sub grupos conformando por las accesiones (RSP001, AOSR0016, SCP0017) con características en común de 23.08% y el segundo sub grupo conformado por las accesiones (VSP002, PCK0025, ADB004, CB0005, RRK007, SIVR019, SIVR019, SLSM026 y RMM006) que tienen características cuantitativas en común al 69.23%, para los caracteres: color de hoja, color de brácteas, color de flor, color interno de los rizomas y formas de rizomas. La accesión SR015 conformada como única por tener el

7.69% de las características de similitud en los caracteres: número de tallos por planta, color de hojas y color de brácteas.

3.3 Componentes principales

Primeramente, el procedimiento consistió en obtener los valores de eigen de la matriz de correlación por el método de componentes principales, los valores de eigen representan la varianza del sistema; su suma es igual a la suma de la varianza de las variables, la cual por efecto de la estandarización es igual al número de variables o parámetros analizados, 5 para caracteres cualitativos y 14 para caracteres cuantitativos respectivamente.

El siguiente paso consistió en retener aquellos valores de eigen que estén próximo a 1 es de máxima similitud para estar bien representado los individuos y variables, con la premisa de que, si un valor de eigen en promedio es -1, es mínima la similitud por lo tanto conviene discriminarlo. De esta forma se obtuvieron los valores de eigen tanto para caracteres cualitativos y cuantitativos del palillo. Asimismo, se observó 4 componentes principales extraídos respectivamente, acumularon el 100% de la variación total de las unidades taxonómicas operativas (OTUs) o accesiones, cada valor de eigen explica una fracción de la varianza del conjunto de variables o parámetros evaluados en la caracterización morfológica; en la columna el porcentaje de varianza se obtiene dividiendo el valor de eigen entre la varianza total de cada una de las accesiones estimadas. Además los 4 componentes principales para el carácter cualitativo y cuantitativo de cúrcuma expresa al 100% de la variación, razón por lo cual se seleccionaron los cuatro componentes principales, como se muestra en la siguiente (tabla 4).

Tabla 4: Mejores caracteres asociados con los cuatro primeros componentes principales de *Cúrcuma longa* L.

| Cultivo | Componentes principales 1 | Componentes principales 2 | Componentes principales 3 | Componentes principales 4 |
|---------|--|---|---|--|
| Palillo | Número de hojas (0.9303) Longitud de la hoja (0.8906) Peso de rizomas terciarios (0.8005) Número de tallos por planta (0.9505) Forma de flor (-0.9050) | Número de rizomas secundarios (0.8174). Color de flor (-0.8457) Forma de ápice (0.5457) | Ancho de la hoja (-0.7300) Color de la nervadura (-0.9308) | Longitud de los rizomas (-0.7144) Forma de la hoja (0.8609) |

Se registraron y evaluaron 19 características morfológicas, se analizaron mediante el análisis multivariado de los promedios de cada carácter registrado en cada accesión. Los caracteres del palillo que más contribuyen en el primer componente al (59.12% de la variación) fueron los correspondientes a los caracteres: Número de hojas (0.9303), longitud de la hoja (0.8906), peso de rizomas secundarios grandes > 5 cm (0.8005), peso de rizomas secundarios < 5 cm (0.8610), número de tallos por planta (0.9505), color de la flor (-0.9050), rendimiento (0.8790) estos caracteres tuvieron los más altos coeficientes de correlación. Con respecto al segundo componente (88.81% de la variación), contribuye el carácter color de brácteas (-0.8457). En el tercer componente al (100% de la variación), está conformado por las características ancho de la hoja (-0.7300) y color interno de los rizomas (-0.9308). En el cuarto componente al (100% de la variación), lo conforman las características: Longitud de rizomas (-0.7144) y forma de rizomas (0.8609). Los resultados indican que hay una variación para los caracteres cualitativos y cuantitativos observados en los primeros 4 componentes principales en la colección de accesiones de cúrcuma provenientes de las provincias de: Chanchamayo, Oxapampa y Satipo que pueden ser utilizados en el mejoramiento clonal para los caracteres que tienen una buena correlación positiva, como se muestra en la tabla 6.

3.4. Análisis de varianza de las características cuantitativas de las accesiones del palillo.

La tabla 5 muestra los análisis de varianza de las variables evaluadas de las accesiones de cúrcuma de las provincias de Chanchamayo, Satipo y Oxapampa, observándose que los caracteres ancho de la hoja foliar y diámetro del rizoma secundario < 5 cm; no muestran significación estadística. Con respecto a los componentes de rendimiento en el cultivo de cúrcuma muestran ser significativos y altamente significativo

Tabla 5: Cuadro del análisis de varianza para rasgos cuantitativos en accesiones de palillo y prueba de promedio de Tukey.

| No | Variables | Accesiones | Prom. | SC | CM | Error | CV % | Sig. |
|----|--|------------|---------|------------|-----------|------------|-------|------|
| 1 | Altura de planta - m. | AOSR0016 | 1.37 | 1.11 | 0.09 | 0.58 | 14.87 | ** |
| 2 | Ancho de la hoja foliar - cm. | Todos | 16.33 | 59.41 | 4.95 | 75.39 | 10.85 | n.s. |
| 3 | N° de hojas por planta | Todos | 2.92 | 0.49 | 0.04 | 0.43 | 4.56 | * |
| 4 | N° de macollos/planta | RS001 | 3.26 | 5.32 | 0.44 | 1.88 | 10.1 | ** |
| | | PCK0025 | 3.18 | | | | | |
| 5 | Peso de rizomas/planta (g) | AOSR0016 | 2042.00 | 7850933.31 | 654244.44 | 2062808.46 | 24.02 | ** |
| 6 | Peso de los rizomas secundarios > 5 cm (g) | ADB004 | 654.50 | 710550.23 | 59212.52 | 234566.62 | 25.08 | ** |
| 7 | Peso de rizomas secundarios < 5 cm (g) | SCP0017 | 1646.00 | 7807086.92 | 650590.58 | 1324888.46 | 28.35 | ** |
| 8 | Diametro del rizoma secundario > 5 cm (mm) | RRK007 | 26.03 | 193.62 | 16.13 | 36.16 | 5.48 | ** |
| 9 | Diametro del rizoma secundario < 5 cm (mm) | Todos | 18.24 | 1360.88 | 113.41 | 2523.54 | 56.21 | n.s. |
| 10 | Longitud del rizoma secundario > 5 cm (cm) | VSP002 | 10.57 | 30.93 | 2.58 | 15.75 | 8.58 | ** |
| | | AOSR0016 | 10.57 | | | | | |
| | | SIVR0019 | 10.47 | | | | | |
| | | PCK0025 | 10.47 | | | | | |
| 11 | Longitud del rizoma secundario < 5 cm (cm) | SLSM026 | 8.57 | 58.43 | 4.87 | 41.4 | 24.06 | * |
| 12 | Número de rizomas secundarios > 5 cm | SR015 | 6.99 | 21.71 | 1.81 | 13.54 | 14.24 | ** |
| 13 | Número de rizoma secundario < 5 cm | AOSR0016 | 9.55 | 36.78 | 3.07 | 21.64 | 12.4 | ** |

Rendimiento del cultivo de Cúrcuma

Tabla 6. Análisis de varianza del rendimiento de accesiones de *Cúrcuma longa* L. (Tm ha⁻¹).

| F. de V. | G.L. | S.C. | C.M. | F _{cal} | Sig |
|--------------|------|-------------------|-------|------------------|-----|
| Tratamientos | 12 | 446.48 | 37.21 | 1.43 | ** |
| Bloques | 2 | 28.08 | 14.04 | 3.79 | ns |
| Error | 24 | 235.69 | 9.82 | | |
| Total | 38 | 710.25 | | | |
| s = 3.13 | | $\bar{x} = 18.60$ | | C.V. = 16.85% | |

En la tabla 6, del análisis de varianza para rendimiento de las diferentes accesiones colectadas de cúrcuma; se observa que, en la fuente de tratamientos existe alta diferencia estadística significativa, variando el rendimiento en las accesiones debido a la adaptación y establecimiento del material genético bajo las condiciones agroclimáticas de la Merced. Para la fuente bloques no existe diferencia estadística significativa entre bloques, debido a que la influencia ambiental fue de igual intensidad en el experimento.

En promedio se alcanzó 18.60 tm h⁻¹ en rendimiento, el coeficiente de variabilidad es de 16.85%, es considerado como buena según (Calzada, 1981), y tendiendo a ser bajo según la escala propuesta por Osorio (2000),

indicando que, el rendimiento dentro de cada tratamiento (accesiones) es muy homogéneo.

Tabla 7. Prueba de significación de Tukey, para rendimiento kg/ha en el cultivo de *Cúrcuma longa* L.

| Nº | Accesiones | Promedio | Significación |
|----|------------|----------|---------------|
| 1 | AOSR016 | 26.59 | a |
| 2 | SR015 | 21.18 | a b |
| 3 | SCP0017 | 20.90 | a b |
| 4 | SRP001 | 20.63 | a b |
| 5 | ADB004 | 19.98 | a b |
| 6 | PCK0025 | 19.07 | a b |
| 7 | VSP002 | 18.06 | a b |
| 8 | RRK007 | 17.42 | a b |
| 9 | SIVR019 | 17.31 | a b |
| 10 | CB0005 | 17.05 | b |
| 11 | SIVR019 | 16.96 | b |
| 12 | SLSM026 | 16.96 | b |
| 13 | RMM006 | 14.49 | b |

ALS(T)=9.369

3.5. Características cuantitativas evaluadas a la planta madre de las accesiones colectadas de cúrcuma.

Tabla 8. Parámetros evaluados de las accesiones de las localidades colectadas

| Localidades | Peso fresco (g) | Long. De rizoma (mm) | Diámetro del rizoma (mm) | Peso seco (g) | H° | %M.S |
|----------------------|-----------------|----------------------|--------------------------|---------------|-------|------|
| San Martin de Pangoa | 20.70 | 82.85 | 18.97 | 4.08 | 16.62 | 80 |
| San Luis de Shuaro | 20.52 | 72.72 | 18.24 | 4.50 | 16.02 | 78 |
| San Ramón | 19.20 | 86.41 | 18.54 | 3.60 | 15.60 | 81 |
| San Martin de Pangoa | 20.10 | 79.13 | 20.87 | 3.68 | 16.42 | 82 |
| La Merced | 19.40 | 69.25 | 21.58 | 5.28 | 14.12 | 70 |
| Pichanaki | 24.30 | 80.32 | 23.07 | 5.04 | 19.26 | 79 |
| Perene | 22.30 | 82.99 | 23.24 | 5.55 | 16.75 | 75 |
| Promedio | 20.93 | 79.10 | 20.64 | 4.53 | 16.40 | 78 |

En la tabla 8. Se presenta parámetros cuantitativos de las accesiones madres de diferentes localidades, como el promedio de 20.93 g en peso fresco, longitud de rizomas de 79.10 mm, diámetro de 20,64 mm, con materia seca del rizoma al 78 %.

DISCUSIÓN

Se observa en las características cualitativas del carácter Mendeliano, se diferencian las accesiones en color de la pulpa de los rizomas (1) 22% de las accesiones son de color naranja oscuro, (2) 71% de las accesiones son de color naranja y (3) 7% de las accesiones de color crema.

Se identificó accesiones a una distancia del coeficiente de similitud de 0.02, las características cualitativas y cuantitativas presentaron una variación significativa en relación con los caracteres estudiados, siendo posible identificar dos grupos principales. El grupo I (23.08%) que comprende 3 accesiones (RSP001, AOSR016 y SCP007) procedentes de San Martín de Pangoa, San Ramón y Perene, seguido del grupo II (69.23%) conformado por 9 accesiones (VSP002, PCK0025, ADB004, CB0005, RRK007, SIVR019, SIVR019 y SLSM026 y RMM006) procedentes de las localidades de San Martín de Pangoa, La Merced, Perene, Villa Rica, San Luis de Shuaro y Pichanaqui, que fue el grupo más representativo y mostro una alta homogeneidad entre ellos o la menor variación genética, en las características cualitativas de: color de hojas, color de brácteas, color de flor, color intenso de los rizomas y forma de los rizomas. La accesión SR015 con 7.69%, mostro poca similaridad con respecto a los grupos formados considerándose como accesión única dentro dendograma de similitud.

Los caracteres del palillo que más contribuyen en el primer componente (59.12% de la variación) fueron los caracteres: rendimiento (0.8790), número de hojas (0.9303), peso de rizomas secundarios grandes > 5 cm (0.8005), peso de rizomas secundarios < 5 cm (0.8610), número de tallos por planta (0.9505) y color de flor (-0.9050) estos caracteres tuvieron los más altos coeficientes de correlación. Con respecto al segundo componente (88.81% de la variación), contribuyeron en su mayoría las características como, color de brácteas (-0.8457) y color de hojas (0.5457). En el tercer componente (100% de la variación), está conformado por las características ancho de la hoja (-0.7300) y color interno de los rizomas (-0.9308). En el cuarto componente (100% de la variación), está conformado por las características longitudes de rizomas (-0.7144) y forma de rizomas (0.8609). Según evaluaciones de Chandra *et al.* (1997) en 25 accesiones instaladas al Nordeste y Sur de la India para 10 características

agromorfologías, mostraron las accesiones diferencia significativa en relación con los caracteres estudiados, siendo posible identificar tres grupos principales. Los caracteres de la mayor relevancia para la separación de las accesiones fueron: peso total de rizomas, altura de planta, número de hojas y peso de los rizomas primarios y secundarios. Se han comprobado correlaciones positivas entre la productividad total con la altura de la planta y el peso de los rizomas primarios, respectivamente.

Los análisis de varianza de las variables evaluadas de las accesiones de cúrcuma, ancho de la hoja foliar y diámetro del rizoma secundario < 5 cm; presentan diferencia estadística no significativa. El coeficiente de variabilidad de 4.56% al 14.87% son considerado como coeficientes excelentes lo que nos indica que, los promedios de las accesiones en estudio son muy homogéneos; asimismo el coeficiente de variabilidad de 56.21% para la variable diámetro del rizoma secundario, es considerado como coeficiente muy malo, lo que nos indica que los promedios de las accesiones en estudio son muy heterogéneos. Todas las demás variables evaluadas presentan diferencia estadística significativa, lo que nos quiere decir que al menos una de las accesiones en estudio es diferente, los coeficientes de variabilidad muestran que los promedios de las accesiones en las variables en estudio varían de homogéneos hasta heterogéneos, dentro de este estudio cabe resaltar a la accesión AOSR0016 que en las variables altura de planta, peso de rizomas por planta, longitud del rizoma secundarios >5 cm y número de rizomas secundarios < 5 cm ocupa el primer puesto con promedios de 1.37 m., 2042.0 g., 10.57 cm. y 9.55 respectivamente. Así mismo se observó variabilidad significativa en las características cuantitativas en los componentes de rendimiento como longitud de rizomas, peso de rizomas secundarios > 5 cm, peso de rizomas secundarios < 5 cm, debido a la influencia del medio ambiente, que es corroborado por Lynrah *et al.* (1998) en estudios realizados en la India en 16 características agronómicas, encontrando variabilidad significativa entre las accesiones. Las mayores variaciones genéticas fueron para el peso total de rizomas frescos y contenido de curcumina. En cuanto al contenido de curcumina Bahadur *et al.* (2015). presentaron resultados divergentes, sugiriendo que este carácter es fuertemente influenciado por las condiciones ambientales y presenta una alta interacción entre genotipos y ambientes.

En la tabla 7 de la prueba de significación de los promedios de Tukey, para rendimiento de rizomas por planta de *Cúrcuma longa* L. La accesión AOSR016 ocupó el primer lugar con un rendimiento de 26.59 tm ha⁻¹, seguido de la accesión SR015 con 21.18 tm ha⁻¹, con respecto a las demás accesiones en estudio. Trabajos desarrollados en Hawái y Brasil con el uso de altas densidades de siembra (0,20 m entre plantas y 0,50 m entre hileras) mostraron rendimientos en fresco de 7,9 y 30,5 tm ha⁻¹, respectivamente (Carvalho et al. 2001). En la India el potencial productivo de 14 variedades de cúrcuma, mostraron rendimientos entre 4,8 y 39,1 tm ha⁻¹ (Anandaraj et al. 2001). Los resultados indicaron que estas características tienen cierta relación inherente con el rendimiento, en tal sentido al mejorar estos caracteres estudiados se incrementará el rendimiento. Resultado similar ha sido reportado por Roy et al. (2011) para altura de planta que tuvo una asociación significativa y positiva con el número de hojas, número de tallos, peso de los rizomas, peso de los rizomas primarios por planta, longitud del rizoma primario, recuperación de materia seca y rendimiento del rizoma. Estos resultados indicaron que a medida que la altura de la planta aumenta, todos los caracteres cuantitativos también se incrementan en esa misma proporción.

CONCLUSIONES

- Para la caracterización morfológica de las accesiones colectadas en las parcelas de los productores de las localidades: San Ramón, La Merced, Perene, Villa Rica, Pichanaki y San Martín de Pangoa encontrándose entre las altitudes de 621 a 1467 msnm, se empleó el descriptor morfológico propuesto por Sigríst el año 2009. En la caracterización morfológica no se encontró variabilidad fenotípica de las 5 variables en estudio.

Para el estado del descriptor color de hoja el 0.52% presentó el color verde oscuro con pigmentación púrpura y el 99.48% de las accesiones el color de hoja verde claro. El descriptor color de brácteas presentó el 100% color blanco con verde y el descriptor color de flor presentó el 100% de las accesiones blanco con amarillo. El descriptor color intenso de los rizomas presentó el 22% color naranja oscuro, 71% color naranja y el 7% color crema. El descriptor forma de los rizomas presentó el 100 de curva.

- Dado que la elaboración de listas de descriptores no está estandarizado, para que la caracterización tenga valor universal, (Sevilla y Holle, 2004), se complementó el estudio con la caracterización cuantitativa que comprende los componentes de rendimiento. Se caracterizó 13 accesiones de palillo y se formó dendograma de similitud para características morfológicas, conformado por 5 caracteres cualitativos y 14 caracteres cuantitativos, formándose dos grupos por sus características de similaridad a una distancia de 0.02, el primer grupo conformado por 3 accesiones (RSP001, AOSR016 y SCP0017) que comprende el 23.08%, procedentes de San Martín de Pangoa, San Ramón y Perene. El segundo grupo conformado por 9 accesiones (VSP002, PCK0025, ADB004, CBO005, RRK007, SIVR019, SIVR019 y SLSM026 y RMM006) que comprende el 69.23% procedentes de las localidades de San Martín de Pangoa, La Merced, Perene, Villa Rica, San Luis de Shuaro y Pichanaqui, la accesión SR015 con 7.69%, mostro como accesión única dentro dendograma de similitud. Así mismo se realizó el análisis por el método de componentes principales, los caracteres

que obtuvieron mayor coeficiente de correlación fueron seleccionados como: Número de hojas (0.9303), longitud de la hoja (0.8906), peso de rizomas secundarios grandes > 5 cm (0.8005), peso de rizomas secundarios < 5 cm (0.8610), número de tallos por planta (0.9505), color de la flor (-0.9050) y rendimiento (0.8790). Los caracteres que tuvieron menor coeficiente de correlación fueron discriminados. La accesión AOSR016, presento el mejor rendimiento de 26.59 Tm ha⁻¹ con respecto a las demás accesiones

- la accesión AOSR0016 destaco en las variables altura de planta, peso de rizomas por planta, longitud del rizoma secundarios >5 cm y número de rizomas secundarios < 5 cm con promedios de 1.37 m., 2042.0 g., 10.57 cm. y 9.55 respectivamente. Las accesiones: AOSR016, SR015 y SCP0017 presentaron un buen comportamiento agronómico en rendimientos de 26.59, 21.18 y 20.90 Tm ha⁻¹ respectivamente, con el fin de ser seleccionados como accesiones potenciales para su reproducción clonal.

RECOMENDACIONES

- La información del cultivo de *Cúrcuma longa* L. en el Perú es escaso, a pesar de ser cultivadas en varios departamentos como Cusco, Ayacucho, Junín y Cajamarca, siendo necesario continuar investigaciones en el comportamiento agronómico y tecnología productiva bajo nuestras condiciones agroclimáticas.
- Se recomienda realizar investigaciones de contenido de curcumina en el palillo de las diferentes zonas productoras de Selva Central, toda vez que la concentración de curcumina es influenciada por el medio ambiente.
- Es preferible hacer pregerminar entre 15 a 30 días los rizomas de *Cúrcuma longa* L, antes de la siembra a campos definitivo, dándoles las condiciones óptimas de humedad a fin de romper la dormición.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bahadur, V., Yeshudas, O. y Prakash, M. (2015). Nature and magnitude of genetic variability and diversity analysis of Indian turmeric accessions using agro-morphological descriptors. Obtenido de: <http://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=US201600200080>.
- Bernardes, A. (2000). Cúrcuma: planta medicinal, condimentar y de otros usos potenciales.
- Carvalho, C.; Souza, R.J.; Cecilio Filho, A.B. (2001) Produtividade da curcuma (*Curcuma longa* L.) cultivada em diferentes densidades de plantio. *Ciência e Agrotecnologia*.
- Cintra, M. (2005). Genetic divergence among *Curcuma longa* L. accessions
- De Arrigo, Fernández, Olarte y Ramberg. (2018). Estudio de Prefactibilidad Para la Instalación de una Planta Procesadora de Cúrcuma en la Provincia de la Convención, Cusco (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- Encyclopedia of Life (EOL), *Curcuma longa* L., <https://education.eol.org/about>
- Everitt, et al. (2011). Which further clustering is not productive because of reduced distance among the cluster. *Journal of psychiatric*. Obtenido de: https://scholar.google.com.pe/scholar?q=everitt+et+al+2011+cluster+analysis&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart.
- García, C.; Benítez, P.; Pacheco, I.; Chávez, B.; Cerezo, O. (2001). Alternativa de desarrollo tecnológico para la recuperación de las fracciones extractables y caracterización de los componentes claves curcumina y cariofilino contenidos en el rizoma de la cúrcuma (*Curcuma longa*) para su agro industrialización en Guatemala. Guatemala. Divergencia
- Geethanjali. A, Lalitha. P y Jannathul. M (2016). Analysis of Curcumin Content of Turmeric Samples from Various States of India
- Guerrero, L. (2016). Exportación peruana de cúrcuma (palillo) alcanzó US\$ 1.5 millones el año pasado. Obtenido de: <https://enlinea.pe/2016/04/27/exportacion-peruana-de-curcuma-palillo-alcanzo-us-1-5-millones-el-ano-pasado/>
- Hertwig, L.F. V. (1986). Plantas aromáticas e medicinais. Sao Paulo.
- International Plant Names Index (IPNI)* (2015). Índice Internacional de Nombres de Plantas. Obtenido de: www.ipni.org

- Henry, R. ed. (2001) Plant Genotyping CABI Publishing. Disponible en <http://books.google.com.pe/books?hl=en&lr=&id=OyymA1RBhbEC&oi=fnd&pg=PR10&dq=Plant+Genotyping+CABI+Publishing&ots=GO K0ZWPaRy&sig=Ak76GtJTWszhk1PzAnKlAbYl8#v=onepage&q=Plant%20Genotyping%20CABI%20Publishing&f=false>
- Instituto de investigación de la Amazonia Peruana – IIAP (1997). El cultivo de palillo, obtenido de: <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/CDinvestigacion/iiap/iiap2/CapituloIII-18.htm#TopOfPage>
- Islam, A. (2004). Genetic diversity of the genus *Curcuma* in Bangladesh and further biotechnological approaches for in vitro regeneration and long-term conservation of *C. longa* germplasm. PhD thesis, Biological Institute, University of Hannover, Alemania
- Joseph, R.; Joseph, T.; Jose, J. (1999). Karyomorphological studies in the genus *Curcuma* Linn. *Cytologia*, v.64, p.313-317.
- Lynrah, P.G.; Barua, P.K.; Chakrabarty, B.K. (1998). Pattern of genetic variability in a collection of turmeric (*Curcuma* spp.) genotypes.
- National Tropical Botanical Garden (NTBG). El Jardín Botánico Tropical Nacional. Obtenido de: www.ntbg.org
- Pacheco, E. (2015). Caracterización Morfológica y Molecular de la Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón) de los departamentos de Cusco y Cajamarca (Tesis maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Philco, P. (2017). Determinación de Parámetros Óptimos de Obtención de Palillo (*Curcuma longa* Linneo) en Polvo en la Provincia de San Martín (Tesis pregrado). Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, Perú.
- Querol, D. (1988). Recursos genéticos, nuestro Tesoro olvidado: Aproximación técnica y socioeconómica. Industrial grafica S. A. Lima, Perú.
- Quispe, A. (2004). Estadística Multivariada en Recursos Genéticos. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga .Editorial Grafimas, Ayacucho – Perú.
- Quevedo, R. (1993). Metodologías para el estudio de fincas. Aproximación Multivariada Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. 115 – 321 p.v.

- Ravindran, P.N.; Babu, K.N.; Sivaranan, K. Turmeric (2007). The genus *Curcuma*. Medicinal and aromatic plants – Industrial profiles. CRC press, 84 pp.
- Roy, S., Verma, S.K., Hore, D.K., Misra, A.K., Rathi, R.S., and Singh, S.K. (2011). Agro-morphological diversity in turmeric (*Curcuma longa*) accessions collected from north-eastern India.
- Saiz, P. (2014). *Cúrcuma I*. Universidad Complutense de Madrid. Obtenido de <https://eprints.ucm.es/27836/>
- Sasikumar, B. (2007). Recursos genéticos de la cúrcuma: diversidad, caracterización y utilización.
- Sasikumar, B.; Krishnamoorthy, B.; Saji, K.V.; George, J.K.; Peter, K.V.; Ravindran, P.N. (1999). Spice diversity and conservation of plants that yield major spices in India. *Plant Genetic Resources Newsletter*, n.
- Sevilla, R.; Holle, M. (1995). Recursos Géticos Vegetales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, PE.1995.v.
- Sigrist, M. (2009). *Divergência Genética Em Curcuma longa L. Utilizando Marcadores Microsatélites E Agromorfológicos*. Curso De Pós-Graduação Em Agricultura Tropical E Subtropical.
- Škorníčková, J. (2007). *Taxonomic studies in Indian Curcuma L.* Dissertation, Charles University, Prague, Czech Republic. Obtenido de: <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/176668/?lang=cs>.
- Valois, Paiva, Ferreira, Soares Filho, Dantas, (2001) Melhoramento de especies de propagacao vegetativa. In: NASS, Valois, Melo, I.S.; Valadares-Inglis, M.C. (eds.). Recursos genéticos e melhoramento - plantas. Rondonopolis: Fundacao MT
- Vargas, S. (2011). Caracterización de la oleorresina de *Curcuma* encapsulada con fructanos de *Agave angustifolia Haw*: Capacidad antioxidante y absorción (Tesis de maestría).
- Sevilla, R. y M. Holle, 2004. Recursos Genéticos Vegetales. Edic. Luis Leon Asoc. Lima-Perú, p.445.
- Suzuki, T. y Bautista, E. (1996). Estudio de la industrialización del palillo (*curcuma longa*) para la obtención de oleorresina (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Skornicková, J. (2007). *Taxonomic Studies in Indian Curcuma L.* Charles University in Prague.

ANEXO

ANEXO 1: FICHA DE RECOLECCION DE MUESTRAS DE PALILLO EN SELVA CENTRAL

| | | | |
|---------------------------|--|----------------------|--|
| 01. NOMBRE DEL AGRICULTOR | | 02. FECHA DE INGRESO | |
|---------------------------|--|----------------------|--|

| | |
|----------------|--|
| 03. EXPEDICION | |
|----------------|--|

| | |
|----------------------------|--|
| 04. NOMBRE DE COLECTOR(ES) | |
|----------------------------|--|

| | | | |
|----------------------|--|-----------------------|--|
| 05. FECHA DE COLECTA | | 06. CODIGO DE COLECTA | |
|----------------------|--|-----------------------|--|

| | |
|-------------------------|--|
| 07. NOMBRE(S) LOCAL(ES) | |
|-------------------------|--|

| | | | |
|------------|--|------------------|--|
| 08. ANEXOS | | 09. DEPARTAMENTO | |
|------------|--|------------------|--|

| | | | |
|---------------|--|--------------|--|
| 10. PROVINCIA | | 11. DISTRITO | |
|---------------|--|--------------|--|

| | |
|---------------|--|
| 12. LOCALIDAD | |
|---------------|--|

| | |
|----------------|--|
| 13. REFERENCIA | |
|----------------|--|

| | | | | | |
|-------------|--|--------------|--|-------------|--|
| 14. LATITUD | | 15. LONGITUD | | 16. ALTITUD | |
|-------------|--|--------------|--|-------------|--|

| | | |
|---------------------------------|--------|--------|
| 17. MAPA Y REFERENCIA DEL MISMO | SI () | NO () |
|---------------------------------|--------|--------|

| | | | | |
|---------------------------------------|---------|-----------|-----------|----------|
| 18. PARTES UTILES DE LA PLANTA | | | | |
| ① TALLO/TRONCO | ② RAMA | ③ HOJA | ④ CORTEZA | ⑤ RIZOMA |
| ⑥ FLOR/INFLORESCENCIA | ⑦ FRUTO | ⑧ SEMILLA | ⑨ PALILLO | ⑩ OTROS |

| | | |
|--|--|--|
| 19. NUMERO DE PLANTAS ENCONTRADAS 1. Tamaño de parcela (m ²) <input style="width: 50px;" type="text"/> | 20. TIPO DE MUESTREO 1. Al azar <input style="width: 50px;" type="text"/> 2. Otro : <input style="width: 50px;" type="text"/> | 21. NUMERO DE PLANTAS MUESTREADAS: <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/> |
|--|--|--|

| | | |
|--|--|--|
| 22. NÚMERO DE RIZOMAS POR PLANTA <input style="width: 60px; height: 20px;" type="text"/> | 23. NÚMERO DE RIZOMAS SECUNDARIOS POR PLANTA <input style="width: 50px;" type="text"/> | 24. PESO DE RIZOMAS POR PLANTA <input style="width: 80px; height: 20px;" type="text"/> |
|--|--|--|

| | | |
|--|--|--|
| 25. COLOR EXTERNO DE LOS RIZOMAS 1. Marron claro 2. Beige | 26. COLOR INTERNO DE LOS RIZOMAS 1. Naranja 2. Amarillo | 27. PESO DE RIZOMAS POR JABA <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> |
|--|--|--|

| | | |
|--------------------------------------|-------------------------------|--|
| 28. SE TOMARON FOTOGRAFÍAS ① Si ② No | Número de fotografías tomadas | |
|--------------------------------------|-------------------------------|--|

29.EPOCAS DE PRODUCCION (aproximado) 1. Mes(es) de siembra:
2. Mes(es) de cosecha:

30.OBSERVACIONES DEL SUELO

- | | |
|----------------------------|-----------------------|
| 1. Textura: Franco arenoso | 2. Pedregosidad: nula |
| 3. Drenaje: Bueno | 4. Profundidad: media |
| 5. Color: Marrón claro | 6. pH: |

31.FISIOGRAFIA

Aspecto: 1. Plano: 2.Pendiente:

32. OTROS CULTIVOS EN EL AREA O EN ROTACION DE CULTIVOS:

33. PROBLEMAS DE PATOGENOS EN INSECTOS EN EL CULTIVO DE PALILLIO:

**ANEXO 2: CARACTERES EVALUADOS EN LA CARACTERIZACIÓN
MORFOLOGICA DE *Curcuma longa* L.**

| ACCESIONES | Altura de Planta | Ancho de la hoja foliar cm | N° de hojas por planta | N° de macollas/planta | Peso de rizomas/plt (g) | Peso de rizomas/plt (g) | Peso de los rizomas primarios (g) | Peso de rizomas secundarios (g) | Diametro del rizoma primario (mm) | Diametro del rizoma secundario (mm) | Longitud del rizoma primario (cm) | Longitud del rizoma secundario (cm) | Número de rizomas primario | Número de rizoma secundario | Rendimiento |
|------------|------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------|
| RS001 | 1.02 | 16.40 | 9.00 | 10.67 | 1336.50 | 1336.50 | 354.50 | 929.50 | 22.85 | 19.62 | 8.90 | 6.10 | 24.33 | 70.33 | 20.63 |
| VSP002 | 1.00 | 14.87 | 8.67 | 8.67 | 1633.00 | 1633.00 | 336.50 | 1321.50 | 22.31 | 15.55 | 10.57 | 5.27 | 36.00 | 51.33 | 18.06 |
| ADB004 | 1.13 | 15.27 | 9.67 | 8.33 | 1426.50 | 1426.50 | 654.50 | 800.00 | 19.56 | 16.00 | 8.70 | 4.93 | 29.67 | 63.00 | 19.98 |
| SIVR0019 | 0.82 | 14.77 | 7.67 | 3.67 | 876.00 | 876.00 | 421.00 | 453.00 | 25.60 | 16.51 | 10.47 | 4.20 | 19.67 | 52.67 | 16.96 |
| CB005 | 0.96 | 17.00 | 8.33 | 8.33 | 796.50 | 796.50 | 401.00 | 395.50 | 23.65 | 17.26 | 9.83 | 5.03 | 30.00 | 54.00 | 17.05 |
| RMM006 | 0.78 | 16.17 | 8.00 | 7.00 | 1264.50 | 1264.50 | 645.50 | 594.50 | 21.83 | 16.67 | 8.23 | 3.77 | 15.33 | 42.33 | 12.15 |
| RRK007 | 0.81 | 14.95 | 8.00 | 6.67 | 707.50 | 707.50 | 363.00 | 339.00 | 26.03 | 38.08 | 9.20 | 4.53 | 32.33 | 55.67 | 17.42 |
| SIVR0019 | 1.14 | 19.00 | 9.67 | 5.33 | 721.00 | 721.00 | 283.50 | 411.50 | 20.03 | 13.91 | 9.57 | 4.47 | 23.00 | 51.33 | 17.31 |
| SCP0017 | 1.10 | 17.00 | 9.33 | 9.33 | 1828.00 | 1828.00 | 272.00 | 1646.00 | 22.81 | 17.71 | 8.97 | 5.73 | 28.67 | 87.00 | 20.9 |
| PCK0025 | 1.26 | 16.00 | 8.33 | 10.33 | 1037.50 | 1037.50 | 230.00 | 806.50 | 21.23 | 15.49 | 10.47 | 5.33 | 33.67 | 50.00 | 19.07 |
| SLSM026 | 1.15 | 17.33 | 8.67 | 6.33 | 1585.50 | 1585.50 | 313.00 | 1272.00 | 25.20 | 15.65 | 9.50 | 8.57 | 22.67 | 39.00 | 14.48 |
| AOSR0016 | 1.37 | 15.67 | 7.67 | 8.33 | 2042.00 | 2042.00 | 560.00 | 1483.50 | 21.34 | 18.83 | 10.57 | 6.90 | 26.33 | 92.00 | 26.58 |
| SR015 | 1.09 | 17.93 | 8.33 | 9.67 | 614.50 | 614.50 | 289.00 | 321.50 | 18.56 | 15.86 | 7.73 | 6.13 | 52.33 | 74.33 | 21.42 |

ANEXO 3: Fotografías de plantas de *Curcuma longa* L. en la parcela demostrativa de la UNDAC



Figura 15. Imagen de planta de *Curcuma longa* L. en la parcela demostrativa.



Figura 16. Imagen de color de hoja del palillo (*Curcuma longa* L.